Пространственное распределение и источники антропогенного морского мусора на побережье Калининградской области

О.И. Лобчук¹, А.В. Килесо^{1, 2}

¹ Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия, olga_may87@mail.ru

^{1, 2} Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия

Побережье Калининградской области является одной из часто посещаемых туристических зон в Российской Федерации как местными жителями, так и гостями региона. В данной статье приводится оценка уровня загрязнения морским мусором побережья Калининградской области (юго-восточная часть Балтийского моря). Оценка проводилась с использованием широко используемого метода OSPAR. Антропогенный мусор составляет 90 % от всего найденного и оцененного мусора на пляжах Калининградской области Туризм, рыболовство и строительство — основные источники загрязнения.

Ключевые слова: морской мусор, пластик, OSPAR, Калининградская область, Балтийское море.

Spatial distribution and sources of anthropogenic marine litter on the sea shore of the Kaliningrad region

O. Lobchuk¹, A. Kilesa^{1, 2}

¹ Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia,

olga_may87@mail.ru

^{1, 2} Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

The seacoast of the Kaliningrad region is one of the most visited tourist areas in the Russian Federation, both by local residents and guests of the region. This article provides an assessment of marine debris pollution of the beaches the coast of the Kaliningrad region (South-Eastern part of the Baltic Sea) Assessment was done using the widely used OSPAR method. High recreational load, construction along the entire coast, fishing and shipping affect the beach pollution by marine debris, especially synthetic polymers (plastics). These polymers are characterized by an exceptionally long period of degradation in the natural marine environment. Monitoring surveys show the presence of different types of litter on the beaches. Litter of natural origin such as wood chips, cones, the remains of wood, amber, feathers, algae. Anthropogenic litter accounts for 90 % of all found and evaluated garbage on the beaches of the Kaliningrad region. Cigarette butts and filters, plastic coating, paraffin wax, bottles, balloons and ribbons, geosynthetics, ropes, candy bags and wrappers, rubber, polystyrene foam, pellets were found. Cigarette filters (16 %), polystyrene foam (17 %) and geosynthetic materials (14 %) were the most common examples of litter found on beaches. The number of samples collected on a 100 m long beach varied from 165 pieces (0.06 pieces/m²) in Baltiysk to 2216 pieces (1.47 pieces/m²) in Zelenogradsk. Tourism, fishing and construction are the main sources of pollution, the level of which is weakly dependent on the seasons of the year. The performed quantile analysis indicates a rather large variability in the number of samples found both for different seasons and for different beaches of the Kaliningrad region. There is no clear dependence on the season or place. Only macro litter, such as plastic bottles, clothes, and children's toys, are characterized by low values of the median and interquartile distance.

Keywords: marine litter, plastics, OSPAR, Kaliningrad region, Baltic Sea.

For citation: O. Lobchuk, A. Kileso. Spatial distribution and sources of anthropogenic marine litter on the sea shore of the Kaliningrad region. *Gidrometeorologiya i Ekologiya*. Hydrometeorology and Ecology (Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University). 2020, 61: 521—533. [In Russian]. doi: 10.33933/2074-2762-2020-61-521-533

Введение

Пластик в современном мире является одним из наиболее востребованных материалов и используется практически во всех областях промышленности. Физико-химические свойства пластика, обеспечивающие его прочность, долговечность, легкость, в сочетании с низкой себестоимостью, делают этот материал практически незаменимым в строительстве, на производстве, в быту. Плотность многих пластиков сравнима с плотностью воды, и пластиковый мусор выносится с водосборной территории в озера и реки, поступает в моря и океаны [1, 2, 3].

Загрязнение морским мусором и его попадание в морскую среду стали одной из глобальных экологических проблем в современном мире. Морской мусор разнообразен по своему составу, часто встречаются материалы из полимеров, пенополистирола, краски, геотекстиля, резины. Большинству перечисленных материалов нужны сотни и тысячи лет, чтобы разрушиться в морской среде. Это опасность для морских организмов, для которых такой мусор наносит физический вред при проглатывании или запутывании животных, птиц в нем [2, 4]. Все животные, такие как птицы, рыбы и беспозвоночные, особенно подвержены воздействию микро-мусора (< 5 мм) и мезо-мусора (5—25 мм) из различных видов пластмасс [5]. Поедание морского мусора, запутывание в рыболовецких сетях ведут к гибели обитателей Балтийского моря [4, 6].

Изделия из пластика и полистирола классифицируются как основной источник морского мусора во всем мире [7], а в Балтийском море они составляют примерно 70 % общего морского мусора на побережье [8].

Побережье Калининградской области — популярное место отдыха как для российских туристов, так и для иностранных гостей [6, 9, 10]. С нарастанием рекреационной нагрузки на пляжи, с сопутствующей активизацией строительства в прибрежной зоне моря, нарастает и загрязнение морской среды отходами антропогенной деятельности, особенно синтетическими полимерами (пластиками) с исключительно продолжительным периодом деградации в естественных условиях морской среды [11, 12, 13].

Цель статьи — оценка уровня загрязнения морским мусором побережья Калининградской области (юго-восточная часть Балтийского моря). Оценка проводилась с использованием широко используемого метода OSPAR. Высокая рекреационная нагрузка, строительство вдоль всего побережья, рыбная ловля и судоходство влияют на загрязнение пляжей морским мусором, в особенности пластиковыми изделиями и их фрагментами. Эти пластиковые изделия характеризуются исключительно длительным периодом разложения в естественной морской среде. Мониторинговые исследования показывают наличие различных видов мусора на пляжах. Мусор естественного происхождения: щепа, шишки, остатки древесины, янтарь, перья, водоросли и антропогенный мусор, который составляет

90 % от всего найденного и оцененного мусора на пляжах Калининградской области. Были обнаружены окурки и фильтры, пластиковые изделия и их фрагменты, парафин, бутылки, воздушные шары и ленты, геосинтетические материалы, веревки, пакеты и обертки для конфет, резина, пенополистирол, гранулы. Туризм, рыболовство и строительство — основные источники загрязнения.

Материалы и методы

Для оценки загрязнения были выбраны шесть городских и поселковых пляжей на побережье Калининградской области (рис. 1): (1) Балтийская (Вислинская) коса, (2) пляж г. Балтийск, (3) пляж пос. Янтарный (признанный в 2016 г. одним из лучших пляжей в мире по удобству и чистоте), (4) пляж пос. Пионерский, (5) пляж г. Зеленоградска — корень Куршской косы, (6) пляж национального парка Куршская коса в районе пос. Морское.

Для классификации морского мусора был использован метод OSPAR [14]. Методика OSPAR была предложена в 1992 г. и стала первым единым стандартизованным методом мониторинга морского мусора антропогенного происхождения для побережья Северо-Атлантического региона. Таблица стандартного мониторинга включает 11 типов загрязнителей (пластик / полистирол, металл, бумага и картон, дерево, ткань, резина, стекло, керамика, санитарные и медицинские отходы и другое (что не вошло в перечень или не было точно установлено, куда относится)) [14, 15].

Согласно методике OSPAR, пляжи должны:

- состоять из песка или гравия;
- подвергаться воздействию открытого моря в течении всего года;
- быть доступными для исследователей весь год;
- минимальная длина пляжа должна быть не менее 100 м и, по возможности, более 1 км в длину.

Мониторинг рекомендуется проводить на как минимум двух 100-метровых участках на одном пляже четыре раза в год (в разные сезоны). Для 100-метрового участка установлен минимум нахождения 100 различных предметов мезо- (5—25 мм) и макро- (> 25 мм) мусора на поверхности пляжа.

В Европе в основном используют метод OSPAR как для городских, так и для сельских пляжей. На галисийском побережье Испании, где средняя годовая оценка мусора на пляжах составляла 1016 ± 633 шт. / 100 м [16]. На четырех пляжах в юго-восточной части Северного моря такая оценка составила от 105 до 435 шт. / 100 м [17]. В центральной Балтике (Финляндия, Швеция, Латвия, Эстония) на городских пляжах было обнаружено в среднем 237 шт. / 100 м по сравнению с 76 шт. / 100 м на сельских пляжах. Сigaretные фильтры выделялись отдельно, т. к. составляли большой процент от общего числа мусора (49 шт. / 100 м в сельской местности и 302 шт. / 100 м на городских пляжах [14]. В исследовании Balčiūnas и Blažauskas [13] антропогенный мусор на пляжах Литвы составили от 138 до 340 шт. / 100 м (в среднем 222 шт.). В течение 5 лет группа исследователей [18, 19] проводили регулярный мониторинг пляжей (методология OSPAR, 4 раза

Рис. 1. Карта с точками мест отбора проб в ходе экспедиций в 2019—2020 гг.

Цифрами обозначены пляжи: 1 — Балтийская коса; 2 — Балтийск; 3 — Янтарный; 4 — Пионерский; 5 — Зеленоградск; 6 — Куршская коса, Морское. Справа показаны пляжи, на которых производился мониторинг.

Fig. 1. Map with sampling points during expeditions in 2019—2020.

The numbers indicate the beaches: 1 — The Baltic Spit; 2 — Baltiysk; 3 — Yantarny; 4 — Pionersky; 5 — Zelenogradsk; 6 — The Curonian Spit, Morskoe. On the right the beaches on which monitoring was carried out are shown.

в год) на 35 пляжах вдоль побережья Германии и Литвы на Балтийском море и обнаружили, что вдоль побережья Литвы среднее количество элементов варьировалось от 138 до 340 шт., а вдоль побережья Германии — от 7 до 404 шт., при этом среднее значение составляло 47 шт. [20].

В данной статье представлены результаты исследований за три месяца 2019—2020 гг. (июль, октябрь, январь) соответствующие сезонам года. Пляжи были разбиты на две подгруппы: первая — городские пляжи, (Янтарный, Зеленоградск, Пионерский) и сельские пляжи (Балтийская коса, Балтийск, Морское — Куршская коса). Каждая подгруппа исследовалась в один день, погода выбиралась после шторма. Координаты каждой точки мониторинга были отмечены с помощью GPS.

Результаты

За три исследуемых месяца (июль, октябрь, январь) 2019—2020 гг. было найдено всего 9584 единиц антропогенного морского мусора на шести пляжах Калининградской области (табл. 1). Все собранные образцы заносились в протоколы метода OSPAR. Согласно этому протоколу, было обнаружено 54 типа различного мусора, но только 12 из них находились регулярно на всех шести пляжах и во все сезоны. Предметы, которые было трудно классифицировать, согласно методике, были отнесены в раздел «Другие объекты».

Таблица 1

Распределение морского антропогенного мусора
для трех месяцев 2019—2020 гг.

Distribution of marine anthropogenic litter for three month 2019—2020

Месяц	Июль		Октябрь		Январь	
Пляж	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Балтийская коса	362	14,4	377	9,4	416	13,7
Балтийск	165	6,6	312	7,7	197	6,7
Янтарный	563	22,4	461	11,4	1022	33,6
Пионерский	782	31,2	226	5,6	334	11,0
Зеленоградск	303	12,1	2216	55,0	619	20,3
Морское	333	13,3	439	10,9	457	15,0
Всего	2508	100	4031	100	3045	100

Примечание: шт. — количество единиц собранного мусора, % — проценты от общего количества собранного мусора в данном месяце на всех исследуемых пляжах.

Табл. 1 показывает, что максимальное число найденных образцов в июле было в г. Пионерский (782 шт. или 31,2 % от общего числа найденных образцов в этом месяце). В октябре в Зеленоградске (2216 шт. или 55 %). В январе грязнее всех оказался Янтарный (1022 шт. или 33,6 %). Распределение морского антропогенного мусора по сезонам неравномерно, никаких зависимостей выявлено не было. Вероятнее всего, распределение зависит от посещаемости пляжей и штормовых ветров, которые выносят мусор на берег.

В летний месяц количество мусора на квадратный метр меньше, чем в осенней и зимний периоды; возможно, это связано с тем, что мусор с пляжей убирается городскими службами или волонтерами.

Пик в Зеленоградске связан с погодными условиями и большой посещаемостью пляжа. Продолжительный ветер, послештормовая съемка и скопление людей дали такой результат.

Увеличение мусора в Янтарном и Морском зимой также связано с погодными условиями и туризмом. Данные пляжи являются любимыми местами отдыха жителей области и туристов — зима 2019—2020 г. была теплой, бесснежной и располагала к поездкам на море.

На остальных пляжах разброс небольшой:

- летом — от 0,06 шт./м² в Балтийске до 0,14 шт./м² на Балтийской косе,

- осенью — от 0,03 шт./м² в Пионерском до 0,15 шт./м² в Морском (Зеленоградск не учитывается),

- зимой — от 0,05 шт./м² в Пионерском до 0,26 шт./м² в Янтарном.

Исключая выброс в Зеленоградске, средняя концентрация загрязнения пластиковым мусором по всем данным для пляжей Калининградской области составляет 0,13 шт./м². Средние по сезонам: 0,12 шт./м² (лето), 0,12 шт./м² (осень), 0,15 шт./м² (зима).

Анализ собранных образцов (табл. 2) показал, что основными типами антропогенного мусора, обнаруженного на пляжах Калининградской области, являются: пластиковые изделия и их фрагменты — 25 %, пенополистирол — 17 %,

Рис. 2. Распределение концентраций (шт./м²) антропогенного морского мусора по пляжам Калининградской области летом (июль), осенью (октябрь) и зимой (январь).

Fig. 2. Distribution of concentrations (pcs/m²) of anthropogenic marine litter on the beaches of the Kaliningrad region in summer (July), autumn (October) and winter (January).

сигаретные фильтры — 16 %. Также зафиксировано большое количество мусора, представляющего собой разрушенный геосинтетический материал, доля которого составила 14 % от общего количества образцов. На парафин, пластиковые стаканчики и крышки от бутылок, воздушные шары и ленты, пеллеты приходится по 2 % от всего собранного мусора. Из данных видно, что пластик или изделия из него — это 90 % от всего собранного мусора на побережье Калининградской области.

Таблица 2

Распределение собранного мусора по типам OSPAR
Distribution of litter collected by type OSPAR

Тип загрязнителя	%	шт.
Бутылки пластиковые	1	99
Воздушные шары и ленты	2,1	198
Геотекстиль/геотекстильные мешки	14	1343
Другое (одежда, обувь, детские игрушки)	0,4	42
Пенополистирол	17,2	1648
Пеллеты	2,1	198
Пластиковые изделия и их фрагменты	24,9	2385
Пластиковые крышки и стаканчики	2,4	231
Сигаретные фильтры	16,2	1550
Стекло, керамика, бумага, металл	9,4	904
Парафин	2,5	239

Примечание: шт. — количество единиц собранного мусора, % — проценты от общего количества собранного мусора в данном месяце на всех исследуемых пляжах.

Статистический анализ распределения по типам OSPAR обнаруженного мусора выполнялся с помощью квантильного анализа [21]. Данный подход эффективен при анализе малых выборок, для которых затруднительно определить закон распределения. Для каждого типа мусора для квантильного анализа использована выборка объемом 18 значений: наблюдения на 6 мониторинговых участках в течение трех сезонов. Построенное распределение «ящиков с усами» (рис. 3) для различных типов мусора показало, что наиболее часто встречаемым мусором является пластик, сигаретные фильтры и пенополистирол, медианные значения количества обнаруженных образцов которых составили 131, 70,5 и 54,5 шт. соответственно. Также для данных типов мусора характерна и максимальная изменчивость в количестве обнаруженных образцов при мониторинговых работах. О данном факте свидетельствуют максимальные значения интерквартильного расстояния, графическое представление которого соответствует длине вертикальной стороны прямоугольника на рисунке. Кроме того, практически для всех типов мусора характерно наличие экстремально большого значения обнаруженных образцов, которое в несколько раз может превосходить медианное значение.

Выполненный квантильный анализ свидетельствует о достаточно большой изменчивости в количестве обнаруженных образцов как для различных сезонов, так и для различных пляжей Калининградской области. Не прослеживается четкой

Рис. 3. Квантильный анализ распределения по типам OSPAR обнаруженных образцов мусора на 6 пляжах Калининградской области за три месяца, соответствующие летнему, осеннему и зимнему сезонам. В центре прямоугольников обозначено медианное значение. Верхний и нижний «усы» соответствуют максимальному и минимальному количеству обнаруженных образцов соответствующего типа мусора.

Fig. 3. Quartile analysis of the distribution of anthropogenic marine litter on 6 beaches of the Kaliningrad region by OSPAR types for three months corresponding to summer, autumn and winter seasons. The median value is shown in the center of the rectangles.

The top and bottom “whiskers” correspond to the maximum and minimum number of detected samples of the corresponding type of litter.

зависимости от сезона или места. Только для макромусора, такого как пластиковые бутылки, одежда, детские игрушки, характерны низкие значения медианы и интерквартильного расстояния.

Классификация мусора по категориям OSPAR (рис. 4) показала, что для некоторых образцов единого источника установить не удастся — они отнесены к категории «Другое».

К категории «Туризм» были отнесены тот мусор, который мог быть потенциально оставлен на побережьях отдыхающими (сigaretные фильтры и окурки, пластиковые стаканчики, тарелки, обертки от конфет, трубочки от детского сока и др.) К категории «Строительство» был отнесен мусор, используемый при строительстве (геосинтетика, пенополистирол, монтажная пена). К категории «Рыболовство» был отнесен мусор, оставленный на берегу рыбаками или выброшенный с судов в море и прибившийся к берегу (рыболовецкие сети, лески, буи, канаты, снасти).

Основными источниками загрязнения морским антропогенным мусором являются туризм (58 %), строительство (27 %) и рыболовство (8 %). В г. Зеленоградске

Рис. 4. Основные источники загрязнения на пляжах Калининградской области.

Fig. 4. The main sources of pollution on the beaches of the Kaliningrad region.

40,7 %, в г. Пионерский — 81,3 %. В этой категории стоит выделить отдельно окурки и сигаретные пачки, они составляют 65 % от всех исследуемых образцов из этой категории.

Далее, строительство — 45,1 % в Зеленоградске и 5,2 % на Балтийской косе.

Вклад активной деятельности (воздушные шары и ленты, подарочные упаковки) и рыболовства не велик по сравнению с двумя предыдущими и варьируется от 0,9 до 8,8 %. Выделяется лишь Балтийск, который в категории рыболовство занимает 10,5 %.

Заключение

По сравнению с результатами для региона Северного моря, где количество морского прибрежного мусора может варьироваться от 236 до 6429 шт. / 100 м, описанных в работе [2], количество мусора на побережье Калининградской области (юго-восточная часть Балтийского моря) ниже и составляет от 674 до 3138 шт. / 100 м. Обследование берегов на наличие морского мусора, выброшенного на берег, проведенного для берегов Литвы [13, 17, 18, 20], показало, что количество мусора может варьироваться от 76 шт. / 100 м (на сельских пляжах) до 237 шт. / 100 м (на городских пляжах), что ниже для результатов Калининградской области, для которой на сельских пляжах морского мусора обнаружено 340 шт. / 100 м и на городских пляжах — 725 шт. / 100 м.

Данное исследование показало, что доминирующим видом антропогенного морского мусора на побережье Калининградской области является пластик — в общей сложности около 90 % от всех собранных образцов. Сигаретные фильтры (16 %), пенополистирол (17 %) и геосинтетика (14 %) были самыми распространенными образцами мусора, найденными на пляжах области. Количество образцов, собранных на пляже протяженностью 100 м, варьировалось от 165 шт. (0,06 шт./м²) в Балтийске до 2216 шт. (1,47 шт./м²) в Зеленоградске в сезон. Основными источниками загрязнения являются туризм (58 %), строительство (27 %) и рыболовство (8 %).

Благодарности

Исследования проводятся при поддержке РФФИ и Правительства Калининградской области, грант № 19-45-393006-п_мол_а. Обработка проб в лаборатории частично выполнялась в рамках госзадания ИО РАН (тема № 0149-2019-0013).

Acknowledgments

The research is carried out with the support of the Russian Foundation for Basic Research and the Government of the Kaliningrad Region, Grant No. 19-45-393006-p_mol_a. Sample processing in the laboratory was partially carried out within the framework of the state assignment of the IO RAS (topic No. 0149-2019-0013).

Список литературы

1. UNEP, 2009. Marine Litter: A Global Challenge. UNEP, Nairobi. P. 232.
2. *Cauwenberghe, L., Claessens, M., Vandegehuchte, M.B., Mees, J.* Assessment of marine debris on the Belgian Continental Shelf. *Marine Pollution Bulletin* 73. 2013. P. 161—169. doi: 10.1016/j.marpolbul.2013.05.026.
3. GESAMP. Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: A Global Assessment, 2015.
4. *Moore C.J., Moore S.L., Leecaster M.K., Weisberg S.B.* A Comparison of Plastic and Plankton in the North. *Marine Pollution Bulletin*. 2001, Dec. 42(12):1297—300. doi: 10.1016/s0025-326x(01)00114-x.
5. UNEP, GRID, 2016. Marine Litter Vital Graphics: United Nations Environment Programme and GRID-Arendal. www.unep.org, www.grida.no.
6. *Есюкова Е.Е., Чубаренко И.П.* Микропластик в водной толще, донных осадках и песках пляжей юго-восточной части Балтийского моря: концентрации, распределение частиц по размерам и формам // Региональная экология. 2019. № 2 (56). С. 1—14. doi: 10.30694/1026-6500.
7. *Aniansson B., Bell G., Fátima B., Dagevos J., Elliot B., Fleet D.M., Guéna A., Hägerhäll B., Jørgensen H.H., Kerckhof F., Mourinho F.L., Nickerson R., Nilsson P., Olin R., Span I., Sverrisdóttir S., Wenneker B.* OSPAR Pilot Project on Monitoring Marine Beach Litter: Monitoring of marine litter in the OSPAR region Carson HS. Colbert SL. 2007.
8. *Oosterhuis F., Papyrakis E., Boteler B.* Economic instruments and marine litter control. *Ocean & Coastal Management* 102. 2014. P. 47—54. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2014.08.005.
9. *Есюкова Е.Е., Чубаренко И.П.* Особенности распределения микропластика на песчаных пляжах Калининградской области (Балтийское море) // Региональная экология. 2018. № 1 (51). С. 108—121. doi: 10.30694/1026-6500-2018-1-108-121.
10. *Esiukova E.* Plastic pollution on the Baltic beaches of the Kaliningrad region, Russia. 2017. *Mar. Pollut. Bull.* 114. P. 1072—1080. doi:10.1016/j.marpolbul.2016.10.001.
11. *Лобчук О.И., Килесо А.В.* Оценка загрязнения пляжей юго-восточной Балтики пластиковым мусором (Метод OSPAR) // Проблемы регионального развития в начале XXI века. Материалы международной научной конференции / Под редакцией Г.М. Федорова, Л.А. Жиндарева, А.Г. Дружинина, Т. Пальмовского. 2019. С. 253—259.
12. *Chubarenko I., Bagaev A., Zobkov M., Esiukova E.* On some physical and dynamical properties of microplastic particles in marine environment. *Mar. Pollut. Bull.* 108. 2016. P. 105—112. doi: 10.1016/j.marpolbul.2016.04.048.
13. *Balčiūnas A., Blažauskas N.* Scale, origin and spatial distribution of marine litter pollution in the Lithuanian coastal zone of the Baltic Sea. *Baltica*. 2014. doi: 10.5200/baltica.2014.27.14.
14. OSPAR, 2010. OSPAR Guideline for Monitoring Marine Litter on the Beach in the OSPAR Maritime Area. Agreement Number 2010-02. P. 84. Available at: www.ospar.org. (accessed June 2017).
15. *Gago J., Galgani F., Maes T., Thompson R.C.* Microplastics in seawater: recommendations from the marine strategy framework directive implementation process. *Front. Mar. Sci.*, 3. 2016. doi: 10.3389/fmars.2016.00219.
16. *Schultz C., Powell K., Crossley A.* Analytical approaches to support current understanding of exposure, uptake and distributions of engineered nanoparticles by aquatic and terrestrial organisms. *Ecotoxicology* 24. 2015. P. 239—261. doi:10.1007/s10646-014-1387-3.
17. *Schernewski G., Balciunas A., Gräwe D., Gräwe U., Klesse K., Schulz M., Wesnigk S., Fleet D., Haseler M., Möllman N., Werner S.* Beach macro-litter monitoring on southern Baltic beaches: results, experiences and recommendations. *J. Mar. Coast. Conserv.* 2. 2018. P. 5—25. doi: 10.1007/s11852-016-0489-x.
18. *Haseler M., Weder C., Buschbeck L., Wesnigk S., Schernewski G.* Cost-effective monitoring of large micro- and meso-litter in tidal and flood accumulation zones at south-western Baltic Sea beaches. *Mar. Pollut. Bull.* 149, 2019. doi:10.1016/j.marpolbul.2019.110544.
19. *Balčiūnas A.* Marine litter pollution at the Lithuanian open sea and coastal areas. Doctoral dissertation, Klaipėda University, 2018. 116 p.
20. *Haseler M., Schernewski G., Balciunas A., Sabaliauskaite V.* Monitoring methods for large micro- and meso-litter and applications at Baltic beaches. *J. Coast. Conserv.* 22. 2018. P. 27—50. doi: 10.1007/s11852-017-0497-5.

21. *Tukey J.W.*, 1977. Exploratory Data Analysis. Addison-Wesley Publishing Company Reading, Mass. — Menlo Park, Cal., London, Amsterdam, Don Mills, Ontario, Sydney. XVI. 688 p. doi: 10.1002/bimj.4710230408.

References

1. UNEP, 2009. Marine Litter: A Global Challenge. UNEP, Nairobi: 232.
2. *Cauwenberghe, L., Claessens, M., Vandegheuchte, M.B., Mees J.* Assesment of marine debris on the Belgian Continental Shelf. *Marine Pollution Bulletin* 73. 2013: 161—169. doi: 10.1016/j.marpolbul.2013.05.026.
3. GESAMP. Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: A Global Assessment. 2015.
4. *Moore C.J., Moore S.L., Leecaster M.K., Weisberg S.B.* A Comparison of Plastic and Plankton in the North. *Marine Pollution Bulletin*. 2001, Dec. 42(12):1297—300. doi: 10.1016/s0025-326x(01)00114-x.
5. UNEP, GRID (2016) Marine Litter Vital Graphics: United Nations Environment Programme and GRID-Arendal. www.unep.org, www.grida.no.
6. *Esyukova E.E., Chubarenko I.P.* Microplastics in the water column, bottomsediments, and a beach sands of the southeastern Baltic sea: concentrations, particle distributions by size and shape. *Regional'naya ekologiya*. Regional ecology. 2019. 2 (56): 1—14. [In Russian]. doi: 10.30694/1026-6500.
7. *Aniansson B., Bell G., Fátima B., Dagevos J., Elliot B., Fleet D.M., Guéna A., Hägerhäll B., Jørgensen H.H., Kerckhof F., Mouriño F.L., Nickerson R., Nilsson P., Olin R., Span I., Sverrisdóttir S., Wenneker B.* OSPAR Pilot Project on Monitoring Marine Beach Litter: Monitoring of marine litter in the OSPAR region Carson HS, Colbert SL, 2007.
8. *Oosterhuis F., Papyrakis E., Boteler B.* Economic instruments and marine litter control. *Ocean & Coastal Management*. 2014. 102: 47—54. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2014.08.005.
9. *Esyukova E.E., Chubarenko I.P.* Features of the distribution of microplastics on sandy beaches of the Kaliningrad region (the Baltic sea). *Regional'naya ekologiya*. Regional ecology. 2018. 1 (51): 108—121. [In Russian]. doi: 10.30694/1026-5600-2018-1-108-121.
10. *Esiukova E.* Plastic pollution on the Baltic beaches of the Kaliningrad region, Russia. 2017. *Mar. Pollut. Bull.* 114: 1072—1080. doi:10.1016/j.marpolbul.2016.10.001.
11. *Lobchuk O.I., Kilesa A.V.* Assessment of the pollution in the southeastern Baltic sea by plastics litter (OSPAR method). *Problemy regional'nogo razvitiya v nachale XXI veka*. Problems of regional development at the beginning of the XXI century. 2019: 253—259. [In Russian].
12. *Chubarenko I., Bagaev A., Zobkov M., Esiukova E.* On some physical and dynamical properties of microplastic particles in marine environment. *Mar. Pollut. Bull.* 108. 2016: 105—112. doi: 10.1016/j.marpolbul.2016.04.048.
13. *Balčiūnas A., Blažauskas N.* Scale, origin and spatial distribution of marine litter pollution in the Lithuanian coastal zone of the Baltic Sea. *Baltica*. 2014. doi: 10.5200/baltica.2014.27.14.
14. OSPAR, 2010. OSPAR Guideline for Monitoring Marine Litter on the Beach in the OSPAR Maritime Area, Agreement Number 2010-02: 84. Available at: www.ospar.org. (accessed June 2017).
15. *Gago J., Galgani F., Maes T., Thompson R.S.* Microplastics in seawater: recommendations from the marine strategy framework directive implementation process. *Front. Mar. Sci.*, 3. 2016. doi:10.3389/fmars.2016.00219.
16. *Schultz C., Powell K., Crossley A.* Analytical approaches to support current understanding of exposure, uptake and distributions of engineered nanoparticles by aquatic and terrestrial organisms. *Ecotoxicology* 24. 2015: 239—261. doi: 10.1007/s10646-014-1387-3.
17. *Schernewski G., Balciunas A., Gräwe D., Gräwe U., Klesse K., Schulz M., Wesnigk S., Fleet D., Haseler M., Möllman N., Werner S.* Beach macro-litter monitoring on southern Baltic beaches: results, experiences and recommendations. *J. Mar. Coast. Conserv.* 2. 2018: 5—25. doi: 10.1007/s11852-016-0489-x.
18. *Haseler M., Weder C., Buschbeck L., Wesnigk S., Schernewski G.* Cost-effective monitoring of large micro- and meso-litter in tidal and flood accumulation zones at south-western Baltic Sea beaches. *Mar. Pollut. Bull.* 149. 2019. doi: 10.1016/j.marpolbul.2019.110544.
19. *Balčiūnas A.* Marine litter pollution at the Lithuanian open sea and coastal areas. Doctoral dissertation, Klaipėda University. 2018: 116.

20. *Haseler M., Schernewski G., Balciunas A., Sabaliauskaite V.* Monitoring methods for large micro- and meso-litter and applications at Baltic beaches. *J. Coast. Conserv.* 22. 2018: 27—50. doi: 10.1007/s11852-017-0497-5.
21. *Tukey J.W.* 1977. *Exploratory Data Analysis*. Addison-Wesley Publishing Company Reading, Mass. — Menlo Park, Cal., London, Amsterdam, Don Mills, Ontario, Sydney, XVI. 688. doi: 10.1002/bimj.4710230408.

Конфликт интересов: конфликт интересов отсутствует.

Статья поступила 09.04.2020

Принята после доработки к публикации 05.10.2020

Сведения об авторах

Лобчук Ольга Ивановна, младший научный сотрудник, Институт океанологии им П.П. Ширшова РАН, olga_may87@mail.ru.

Килесо Александр Владимирович, старший преподаватель кафедры географии океана Балтийского федерального университета им. И. Канта, aleksandr.kiles0@gmail.com.

Informations about authors

Lobchuk Olga Ivanovna, Junior Researcher, Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences.

Kiles0 Alexander Vladimirovich, Senior Lecturer, Department of Geography of the Ocean of the Immanuel Kant Baltic Federal University.